

2003 P04867



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 63 080 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7: **H 02 N 2/06**
F 02 D 41/20
F 02 M 51/06

②1 Aktenzeichen: 100 63 080.4
②2 Anmeldetag: 18. 12. 2000
④3 Offenlegungstag: 18. 7. 2002

DE 100 63 080 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Baranowski, Dirk, Dr., 93059 Regensburg, DE; Bock,
Wolfgang, Dr., 93055 Regensburg, DE; Hoffmann,
Christian, Dr., 93057 Regensburg, DE; Pirkel, Richard,
93053 Regensburg, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

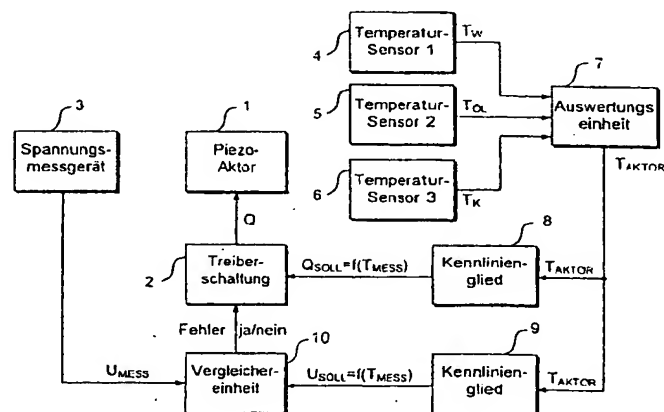
DE 197 23 932 C1
DE 198 05 184 A1
JP 64-0 69 756 A
JP 05-3 44 755 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Aktorsteuerung und zugehöriges Verfahren

⑤7 Verfahren zur Einstellung eines vorgegebenen Hubs eines Aktors (1), insbesondere eines piezoelektrischen Aktors (1) für einen Injektor einer Einspritzanlage, bei dem eine erste elektrische Zustandsgröße (Q) des Aktors (1) eingestellt wird, die den Hub des Aktors (1) bestimmt, wobei die erste elektrische Zustandsgröße (Q) in Abhängigkeit von der Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1) eingestellt wird, um temperaturbedingte Schwankungen des Aktorhubs zu vermeiden.



DE 100 63 080 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines vorgegebenen Hubs eines Aktors, insbesondere eines piezoelektrischen Aktors für einen Injektor einer Einspritzanlage, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Aktorsteuerung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8 zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

[0002] In Einspritzanlagen von Brennkraftmaschinen erfolgt die Einspritzung von Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine durch Injektoren, wobei der Einspritzvorgang durch piezoelektrische Aktoren gesteuert wird, die eine Düsenöffnung in Abhängigkeit von ihrer elektrischen Ansteuerung entweder freigeben oder verschließen. Für einen ordnungsgemäßen Betrieb des Injektors muss der piezoelektrische Aktor deshalb einen konstanten Hub erreichen. Zur Einstellung des vorgegebenen Aktorhubs wird in verschiedenen Patentanmeldungen, wie beispielsweise DE 197 23 932, DE 196 52 809 und DE 196 52 801 die physikalische Erkenntnis ausgenutzt, dass sich der Aktorhub im wesentlichen proportional zu der zugeführten elektrischen Energie verhält. Bei der Ansteuerung des Aktors wird deshalb die zugeführte elektrische Ladung und die daraus resultierende elektrische Spannung gemessen, um daraus die zugeführte elektrische Energie zu berechnen.

[0003] Nachteilig an der vorstehend beschriebenen bekannten Aktorsteuerung ist die Tatsache, dass der funktionale Zusammenhang zwischen der dem Aktor zugeführten elektrischen Energie und dem daraus resultierenden Aktorhub temperaturabhängig ist, was bei einem Einsatz in einem PKW aufgrund der im Betrieb auftretenden großen Temperaturschwankungen zu Abweichungen des Aktorhubs von dem vorgegebenen Sollwert führt.

[0004] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, die vorstehend beschriebene bekannte Aktorsteuerung dahingehend zu verbessern, dass der Aktorhub temperaturunabhängig eingestellt werden kann.

[0005] Die Aufgabe wird, ausgehend von dem eingangs beschriebenen bekannten Verfahren zur Einstellung eines vorgegebenen Hubs gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 bzw. - hinsichtlich einer entsprechenden Aktorsteuerung - durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst.

[0006] Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, die Aktortemperatur bei der elektrischen Ansteuerung des Aktors zu berücksichtigen, um temperaturbedingte Schwankungen des Aktorhubs zu vermeiden.

[0007] In einer Variante der Erfindung wird hierzu die Aktortemperatur gemessen, um eine Berücksichtigung bei der elektrischen Ansteuerung des Aktors zu ermöglichen. Vorzugsweise wird die Aktortemperatur hierbei nicht direkt, sondern indirekt gemessen, indem Temperatursensoren die Öltemperatur, die Kraftstofftemperatur und/oder die Wassertemperatur erfassen, um daraus die Aktortemperatur abzuleiten. Neben den vorstehend erwähnten Zustandsgrößen können jedoch auch andere Zustandsgrößen erfasst werden, um die Aktortemperatur zu bestimmen. Vorzugsweise wird die Aktortemperatur hierbei aus einer Kombination der Messgrößen ermittelt, um Messfehler auszugleichen. Die Bestimmung der Aktortemperatur erfolgt hierbei vorzugsweise in einem stationären Motorzustand, so dass alle Temperatursensoren ungefähr den gleichen Messwert liefern.

[0008] Anstelle der vorstehend beschriebenen indirekten Messung der Aktortemperatur kann die Aktortemperatur jedoch auch direkt gemessen werden, indem beispielsweise ein Temperatursensor an dem Aktor angebracht wird. Statt dessen kann die Aktortemperatur auch durch Messung der temperaturabhängigen Kapazität des Aktors bestimmt wer-

den, indem der Messwert der Kapazität anschließend mit der bekannten und zuvor ausgemessenen temperaturabhängigen Kapazitätskennlinie des Aktors verglichen wird.

[0009] Bei der temperaturabhängigen elektrischen Ansteuerung des Aktors wird vorzugsweise von einer bekannten temperaturabhängigen Kennlinie ausgegangen, welche die dem Aktor zur Erreichung eines konstanten Hubs zuzuführende elektrische Ladung in Abhängigkeit von der Temperatur wiedergibt. Entsprechend dieser Kennlinie wird dann aus der gemessenen Aktortemperatur die erforderliche elektrische Ladung ermittelt und der Aktor entsprechend angesteuert. Auf diese Weise wird vorteilhaft sichergestellt, dass der Aktorhub unabhängig von der Aktortemperatur konstant ist.

[0010] In einer vorteilhaften Ausführungsform dieser Variante der Erfindung wird auch die elektrische Spannung des Aktors gemessen, um die Richtigkeit der Temperaturmessung zu überprüfen. Zusätzlich zu dem Messwert der elektrischen Spannung des Aktors wird hierzu eine theoretische Wert der elektrischen Spannung des Aktors berechnet, der sich entsprechend einer vorgegebenen aktorspezifischen temperaturabhängigen Spannungskennlinie aus der gemessenen Aktortemperatur ergibt. Bei einer korrekten Temperaturmessung muss der Messwert der Aktorspannung im wesentlichen gleich dem theoretisch berechneten Spannungswert sein, der sich aus der Aktortemperatur und der Spannungskennlinie des Aktors ergibt. Bei einer Abweichung des Spannungsmesswertes von dem theoretisch berechneten Spannungswert liegt vermutlich ein Fehler vor. Bei dieser Ausführungsform wird also zunächst die Aktortemperatur gemessen bzw. aus einem oder mehreren Messwert abgeleitet. Bei der gemessenen Aktortemperatur werden dann die elektrischen Kenngrößen Ladung und Spannung des Aktors ermittelt, um daraufhin die als Ansteuergröße verwendete Ladung des Aktors so nachzuführen, dass der Aktorhub konstant ist. Hierbei werden dann ebenfalls Ladung und Spannung des Aktors gemessen, um daraus die Aktortemperatur zu bestimmen und mit dem Messwert der Aktortemperatur zu vergleichen.

[0011] In einer anderen Variante der Erfindung wird die Temperatur des Aktors bei dessen elektrischer Ansteuerung berücksichtigt, ohne dass ein Temperatursensor erforderlich ist. Hierbei wird von zwei bekannten und zuvor ausgemessenen aktorspezifischen Kennlinien ausgegangen. Die eine Kennlinie gibt hierbei - wie bereits zuvor erwähnt - die auf den Aktor zur Erreichung eines vorgegebenen Hubs aufzubringende elektrische Ladung als Funktion der Temperatur an. Die andere Kennlinie gibt dagegen die zur Erreichung eines vorgegebenen Hubs erforderliche elektrische Spannung des Aktors als Funktion der Temperatur wieder. Zur Erreichung eines vorgegebenen Hubs müssten sich also sowohl Spannung als auch Ladung entsprechend den vorgegebenen Kennlinien verhalten, so dass sich aus Spannung und Ladung eine temperaturunabhängige Führungsgröße berechnen lässt, die zur Regelung der auf den Aktor aufzubringenden elektrischen Ladung herangezogen wird. Die Regelung der Aktorladung erfolgt vorzugsweise so, dass die temperaturunabhängige Führungsgröße einen konstanten Wert annimmt. Vorteilhaft an dieser Variante der Erfindung ist insbesondere, dass kein separater Temperatursensor erforderlich ist.

[0012] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0013] Fig. 1a eine erfindungsgemäße Aktorsteuerung mit einem separaten Temperatursensor,

[0014] Fig. 1b das Betriebsverfahren der in Fig. 1a dargestellten Aktorsteuerung als Flussdiagramm,

[0015] Fig. 2a eine erfindungsgemäße Aktorsteuerung ohne einen separaten Temperatursensor,

[0016] Fig. 2b das Betriebsverfahren der in Fig. 2a dargestellten Aktorsteuerung als Flussdiagramm und

[0017] Fig. 3 zwei aktorspezifische Kennlinien.

[0018] Die in Fig. 1a als Blockschaltbild dargestellte Aktorsteuerung dient zur Ansteuerung eines piezoelektrischen Aktors 1, der in einem Injektor einer Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine verwendet wird. Ziel der Ansteuerung des Aktors 1 ist hierbei die Einstellung eines vorgegebenen konstanten Hubs, wie noch detailliert erläutert wird.

[0019] Die elektrische Ansteuerung des Aktors 1 erfolgt durch eine Treiberschaltung 2, die eine vorgegebene elektrische Ladung Q auf den Aktor 1 gibt. Entsprechend der elektrischen Ladung Q des Aktors 1 stellt sich dann eine elektrische Spannung U an dem Aktor 1 ein, die von einem Spannungsmessgerät 3 gemessen wird. Hierbei wird die physikalische Erkenntnis ausgenutzt, dass der Hub des Aktors 1 im wesentlichen von der auf den Aktor 1 aufgebrachten elektrischen Energie bestimmt wird, wobei sich die elektrische Energie als Produkt aus Ladung Q und Spannung U ergibt.

[0020] Der funktionale Zusammenhang zwischen der auf den Aktor 1 aufgebrachten elektrischen Energie und dem Hub des Aktors 1 ist jedoch auch temperaturabhängig, so dass die Temperatur bei der Ansteuerung des Aktors 1 berücksichtigt wird, um temperaturbedingte Schwankungen des Aktorhubs zu vermeiden. Hierzu weist die Aktorsteuerung drei Temperatursensoren 4, 5, 6 auf, welche die Kühlwassertemperatur T_W , die Öltemperatur $T_{ÖL}$ bzw. die Kraftstofftemperatur T_K messen und an eine Auswertungseinheit 7 weiterleiten, die daraus die Aktortemperatur T_{AKTOR} ableitet. Ausgangsseitig ist die Auswertungseinheit 7 mit zwei Kennliniengliedern 8, 9 verbunden, die aus der Aktortemperatur T_{AKTOR} die zur Erreichung des vorgegebenen Hubs erforderliche elektrische Ladung Q_{SOLL} bzw. die elektrische Spannung U_{SOLL} ermitteln. Hierbei wird der in Fig. 3 dargestellte funktionale Zusammenhang zwischen der Aktortemperatur T_{AKTOR} und der erforderlichen Ladung Q bzw. der erforderlichen Spannung U ausgenutzt. Das Kennlinienglied 8 gibt also der Treiberschaltung 2 den Sollwert Q_{SOLL} für die auf den Aktor 1 aufzubringende elektrische Ladung in Abhängigkeit von der Aktortemperatur T_{AKTOR} vor, so dass unabhängig von der Aktortemperatur T_{AKTOR} ein konstanter Hub eingestellt wird.

[0021] Darüber hinaus überprüft die Aktorsteuerung die Richtigkeit der Temperaturmessung, indem der von dem Spannungsmessgerät 3 gemessene Spannungswert U_{MESS} mit dem von dem Kennlinienglied 9 ermittelten Spannungswert U_{SOLL} durch eine Vergleichereinheit 10 verglichen wird. Bei einer korrekten Temperaturbestimmung durch die Temperatursensoren 4-6, die Auswertungseinheit 7 und das Kennlinienglied 9 muss der Messwert U_{MESS} im wesentlichen gleich dem theoretisch berechneten Wert U_{SOLL} sein. Das Ergebnis der Überprüfung leitet die Vergleichereinheit 10 als Fehlersignal an die Treiberschaltung 2 weiter.

[0022] Im folgenden wird nun unter Bezugnahme auf das in Fig. 1b dargestellte Flussdiagramm das Betriebsverfahren der in Fig. 1a dargestellten Aktorsteuerung kurz erläutert.

[0023] Zunächst wird die Öltemperatur $T_{ÖL}$, die Wassertemperatur T_W und die Kraftstofftemperatur T_K gemessen, um daraus in einem nächsten Schritt die Aktortemperatur $T_{AKTOR} = f_1(T_{ÖL}, T_W, T_K)$ zu bestimmen. Anschließend ordnet das Kennlinienglied 8 der gemessenen Aktortemperatur T_{AKTOR} einen Sollwert für die auf den Aktor 1 aufzubringende elektrische Ladung Q_{SOLL} zu.

[0024] Weiterhin ermittelt das Kennlinienglied 9 in Ab-

hängigkeit von der gemessenen Aktortemperatur T_{AKTOR} den theoretisch berechneten Sollwert für die elektrische Spannung U_{SOLL} des Aktors 1, die sich ergeben muss, wenn die zuvor als Sollwert bestimmte elektrische Ladung Q_{SOLL} auf den Aktor 1 gebracht wurde.

[0025] Danach steuert die Treiberschaltung 2 den Aktor 1 so an, dass die Ladung des Aktors 1 gleich dem vorgegebenen Sollwert ist.

[0026] Daraufhin wird die Spannung U_{MESS} des Aktors 1 gemessen und mit dem theoretisch berechneten Wert U_{SOLL} verglichen, wobei im Falle einer Abweichung von U_{MESS} und U_{SOLL} ein Messfehler angenommen wird, was eine Kalibrierung der gemessenen Spannung U_{MESS} ermöglicht.

[0027] Das in Fig. 2a dargestellte alternative Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Aktorsteuerung ermöglicht vorteilhaft die Berücksichtigung der Aktortemperatur bei der Ansteuerung des Aktors 1, ohne dass ein separater Temperatursensor erforderlich ist. Hierbei werden ebenfalls die in Fig. 3 dargestellten bekannten Kennlinien des Aktors 1 ausgenutzt, die den funktionalen Zusammenhang zwischen der zur Erreichung eines vorgegebenen Hubs erforderlichen Ladung Q bzw. Spannung U des Aktors 1 und der Aktortemperatur T_{AKTOR} wiedergeben. Die elektrische Ladung Q des Aktors 1 und die von dem Spannungsmessgerät 3 gemessene elektrische Spannung U_{MESS} des Aktors 1 werden deshalb einer Recheneinheit 11 zugeführt, die aus der Ladung Q und der Spannung U_{MESS} des Aktors 1 eine temperaturunabhängige Führungsgröße s berechnet und einer Regeleinheit 12 zuführt, welche die elektrische Ladung Q des Aktors 1 in Abhängigkeit von der Führungsgröße s regelt, wobei die Führungsgröße s den gewünschten Hub bestimmt.

[0028] In der Regel sind die in Fig. 3 dargestellten temperaturabhängigen Kennlinien annähernd linear, so dass gilt:

$$U_{SOLL} = U_0 + b \cdot (T - T_0)$$

$$Q_{SOLL} = Q_0 + a \cdot (T - T_0)$$

Aus diesen beiden Formeln für die Ladung Q und die Spannung U ergibt sich dann eine temperaturunabhängige Führungsgröße s wie folgt:

$$Q = Q_0 + a \cdot \frac{U - U_0}{b}$$

$$\Rightarrow Q - \frac{a}{b} \cdot U = Q_0 + \frac{a}{b} \cdot U_0$$

$$\Rightarrow s = Q - \frac{a}{b} \cdot U = Q_0 + \frac{a}{b} \cdot U_0 = \text{const.}$$

[0029] Der Aktorhub ist also konstant, wenn die Führungsgröße s auf einen konstanten Wert geregelt wird, wobei der Wert der Führungsgröße s den Hub des Aktors 1 bestimmt.

[0030] Im folgenden wird nun unter Bezugnahme auf das in Fig. 2b dargestellte Flussdiagramm das Betriebsverfahren der in Fig. 2a dargestellten Aktorsteuerung erläutert.

[0031] Zu Beginn wird zunächst der Sollwert s_{SOLL} der Führungsgröße s vorgegeben, der den Hub bestimmt.

[0032] Anschließend wird dann in einer Regelschleife die Aktorspannung U_{MESS} und die Aktorladung U gemessen und daraus der aktuelle Wert der Führungsgröße s berechnet. Anschließend wird dann die Regelabweichung als Differenz zwischen dem Sollwert s_{SOLL} der Führungsgröße und dem berechneten Wert der Führungsgröße ermittelt. Anschließend erfolgt dann kontinuierlich oder stufenweise eine

Regelung der Aktorladung Q in Abhängigkeit von der Regelabweichung Δs .

[0033] Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen denkbar, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung eines vorgegebenen Hubs eines Aktors (1), insbesondere eines piezoelektrischen Aktors (1) für einen Injektor einer Einspritzanlage, bei dem eine erste elektrische Zustandsgröße (Q) des Aktors (1) eingestellt wird, die den Hub des Aktors (1) bestimmt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste elektrische Zustandsgröße (Q) in Abhängigkeit von der Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1) eingestellt wird, um temperaturbedingte Schwankungen des Aktorhubs zu vermeiden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1) gemessen wird und die erste elektrische Zustandsgröße (Q) in Abhängigkeit von dem Messwert der Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1) eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur (T_W , $T_{ÖL}$, T_K) des Kühlwassers, des Motoröls, des Getriebeöls und/oder des Kraftstoffs gemessen und die Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1) aus einer oder mehreren dieser Temperaturmesswerte abgeleitet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite elektrische Zustandsgröße (U) des Aktors (1) gemessen und aus dem Messwert der Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1) ein Sollwert (U_{SOLL}) für die zweite elektrische Zustandsgröße des Aktors (1) ermittelt wird, wobei der Messwert (U_{MESS}) der zweiten elektrischen Zustandsgröße (U) mit dem Sollwert (U_{SOLL}) der zweiten elektrischen Zustandsgröße (U) verglichen wird, um die Richtigkeit der Temperaturmessung bzw. der elektrischen Zustandsgrößen zu überprüfen.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite elektrische Zustandsgröße (U) des Aktors (1) gemessen und aus der ersten elektrischen Zustandsgröße (Q) und der zweiten elektrischen Zustandsgröße (U) eine Führungsgröße (s) berechnet wird, die unabhängig von der Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1) einem vorgegebenen Hub des Aktors (1) entspricht, wobei die erste elektrische Zustandsgröße (Q) in Abhängigkeit von der Führungsgröße (s) geregelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste elektrische Zustandsgröße (Q) die elektrische Ladung des Aktors (1) ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite elektrische Zustandsgröße (U) des Aktors (1) die elektrische Spannung des Aktors (1) ist.
8. Aktorsteuerung, insbesondere zur Ansteuerung eines piezoelektrischen Aktors (1) einer Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine, mit einer Treiberschaltung (2) zur Einstellung einer ersten elektrischen Zustandsgröße (Q) des Aktors (1), wobei die erste elektrische Zustandsgröße (Q) den Hub des Aktors (1) bestimmt, gekennzeichnet durch eine Steuer- bzw. Regelungseinheit zur Einstellung der ersten elektrischen Zu-

standsgröße (Q) in Abhängigkeit von der Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1).

9. Aktorsteuerung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Temperatur des Aktors (1) mindestens ein Temperatursensor (4, 5, 6) vorgesehen ist, wobei zwischen der Steuer- bzw. Regelungseinheit und dem Temperatursensor (4, 5, 6) ein erstes Kennlinienglied (8, 9) angeordnet ist, das in Abhängigkeit von der Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1) einen Sollwert (Q_{SOLL}) für die erste elektrische Zustandsgröße bestimmt.

10. Aktorsteuerung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Öltemperatur ($T_{ÖL}$), der Kühlwassertemperatur (T_W) und/oder der Kraftstofftemperatur (T_K) mehrere Temperatursensoren (4, 5, 6) vorgesehen sind, wobei die Temperatursensoren (4, 5, 6) ausgangsseitig mit einer Auswertungseinheit (7) verbunden sind, die aus der Öltemperatur ($T_{ÖL}$), der Kühlwassertemperatur (T_W) und/oder der Kraftstofftemperatur (T_K) die Temperatur (T_{AKTOR}) des Aktors (1) ermittelt.

11. Aktorsteuerung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Messung einer zweiten elektrischen Zustandsgröße (U) des Aktors (1) ein elektrisches Messgerät (3) vorgesehen ist und der Temperatursensor (4, 5, 6) mit einem zweiten Kennlinienglied (9) verbunden ist, das aus dem Messwert (T_{AKTOR}) der Aktortemperatur einen Sollwert (U_{SOLL}) für die zweite elektrische Zustandsgröße ermittelt, wobei das zweite Kennlinienglied (9) und das elektrische Messgerät (3) mit einer Vergleichereinheit (10) verbunden sind, welche den Sollwert (U_{SOLL}) der zweiten elektrischen Zustandsgröße mit dem Messwert (U_{MESS}) der zweiten elektrischen Zustandsgröße vergleicht, um die Richtigkeit der Temperaturmessung zu überprüfen.

12. Aktorsteuerung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Messung einer zweiten elektrischen Zustandsgröße (U) des Aktors (1) ein elektrisches Messgerät (3) vorgesehen ist, das ausgangsseitig mit einer Recheneinheit (11) verbunden ist, die aus der ersten elektrischen Zustandsgröße (Q) und der zweiten elektrischen Zustandsgröße (U) eine Führungsgröße (s) für eine Regelungseinheit (12) berechnet, wobei die Regelungseinheit (12) die erste elektrische Zustandsgröße (Q) in Abhängigkeit von der Führungsgröße (s) regelt.

13. Aktorsteuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste elektrische Zustandsgröße (Q) die elektrische Ladung des Aktors (1) ist.

14. Aktorsteuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite elektrische Zustandsgröße (U) des Aktors (1) die elektrische Spannung des Aktors (1) ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

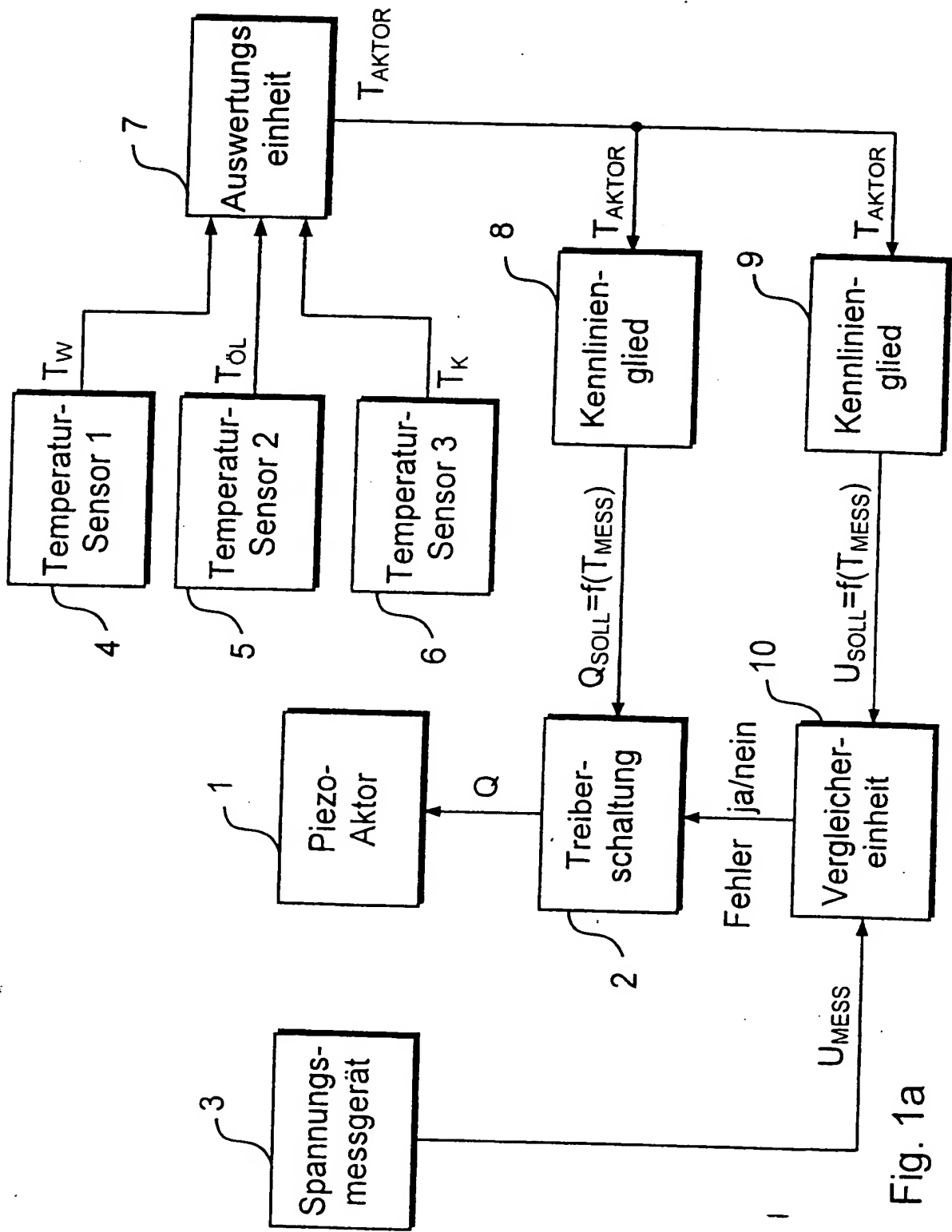


Fig. 1a

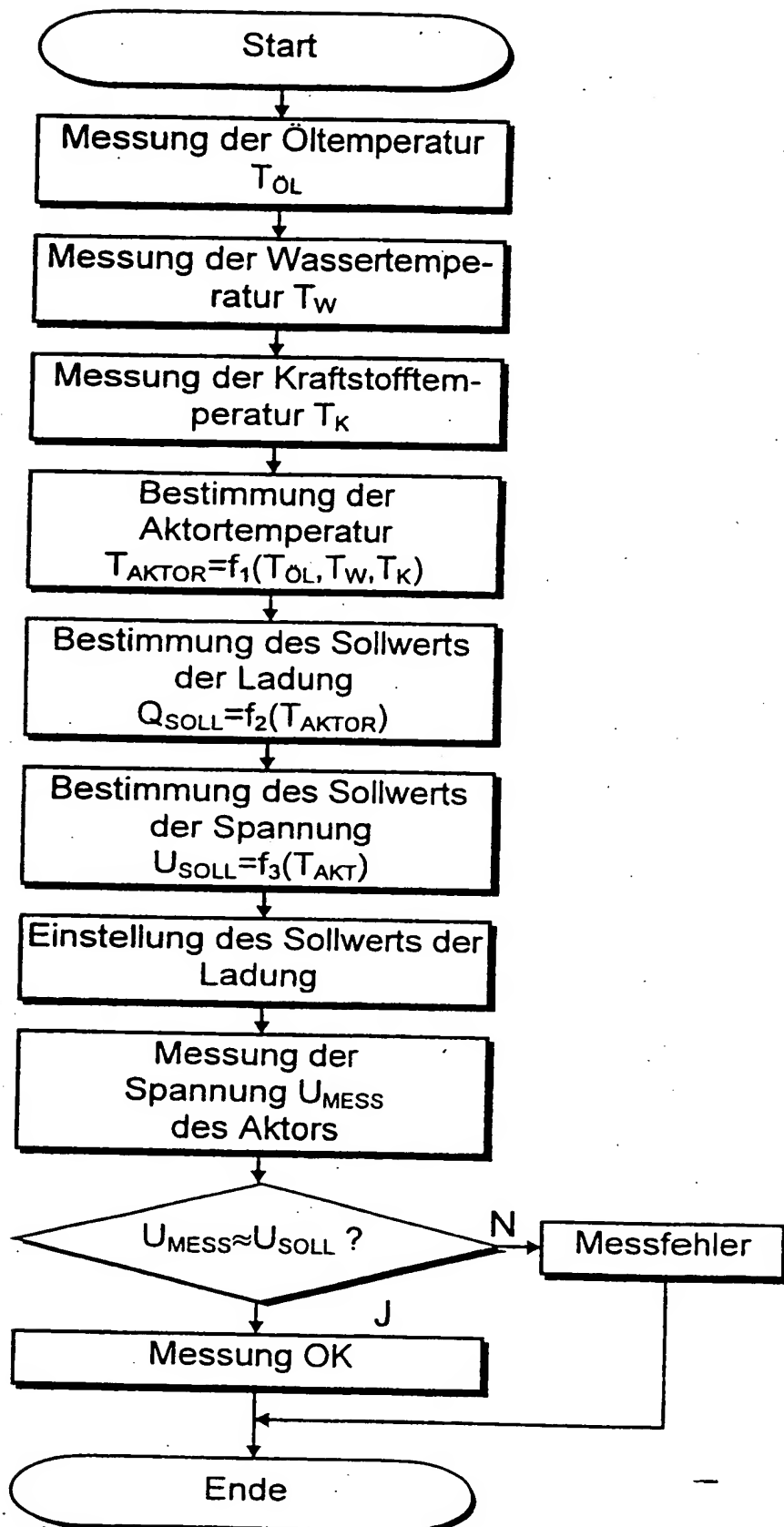


Fig. 1b

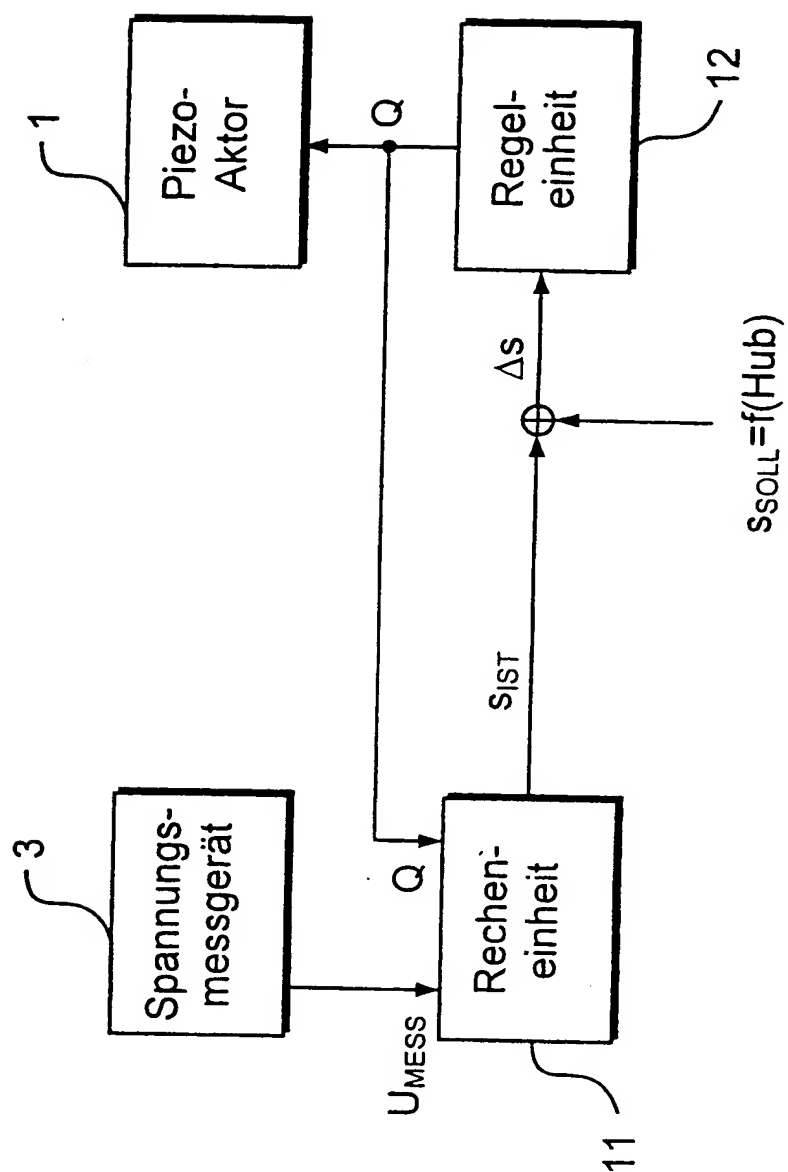


Fig. 2a

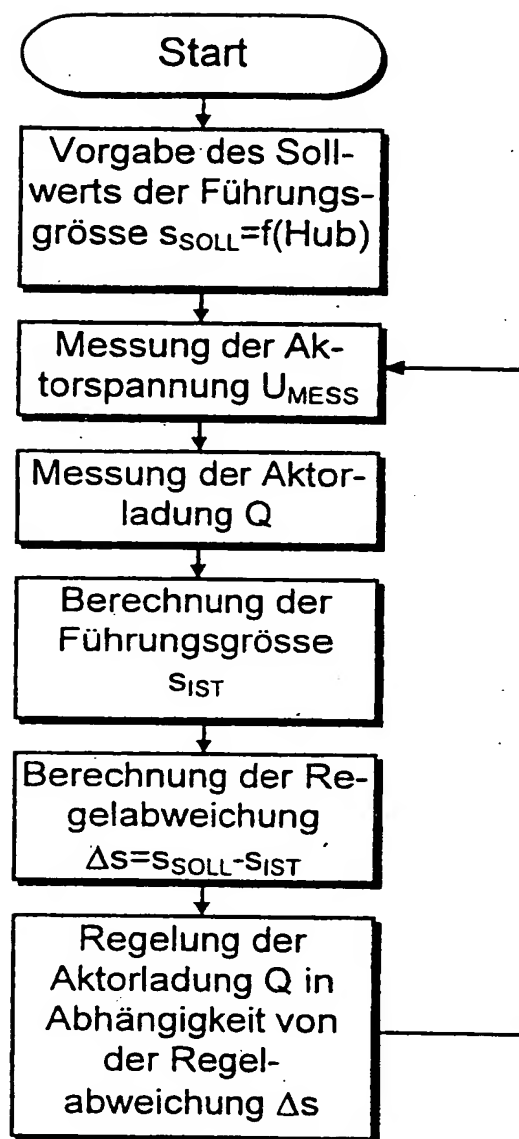


Fig. 2b

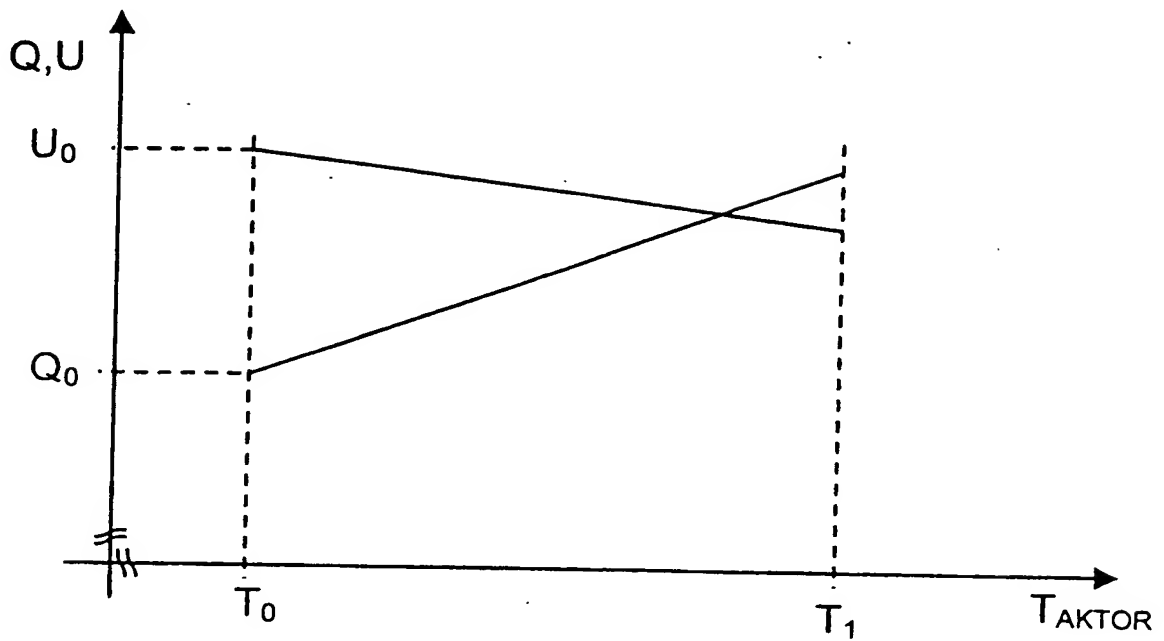


Fig. 3

Docket # 83-03 P04 867

Applic. # 10/567, 627

Applicant: Spekman v. del

Lerner Greenberg Steiner LLP

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101